

УДК 62.529.4

Я.В. Стешенко, студент гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОМОБІЛЬНИХ РОБОТІВ В ЗАДАЧАХ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Анотація. Розглянуто основні проблеми під час здійснення неруйнівного контролю людиною. Проаналізовано існуючі моделі роботів в неруйнівному контролі. Запропоновано використання високомобільних роботів з метою підвищення ефективності контролю та створення безпечних умов праці під час огляду важкодоступних об'єктів.

Ключові слова: неруйнівний контроль, високомобільні роботи, автоматизація, робототехніка.

ВСТУП

Неруйнівний контроль (НК) відіграє ключову роль у запобіганні структурних руйнувань. Первинний огляд нових конструкцій з метою виявлення виробничих недоліків, як правило, супроводжується повторними оглядами під час експлуатації для виявлення тріщин, корозії або випадкових пошкоджень. Загальними вимогами до НК є простота застосування, чутливість до невеликих аномалій та надійність. У цьому контексті перспективним є застосування різноманітних робототехнічних комплексів з метою автоматизації процедури контролю [1].

Використання робототехнічних рішень в НК пов'язане із задачами зменшення загальної ваги та габаритів роботів, що надає значний потенціал. Мініатюрні та високоефективні мобільні роботи добре підходять для завдань дистанційного огляду в районах, які не доступні через вузькі проходи або представляють небезпеку для здоров'я та безпеки для операторів. Зокрема, об'єкти, які складаються з великої кількості компонентів з малими структурними розмірами, спонукають застосовувати автономні мікросистеми для контролю та виконання деяких операцій на місці. Основними вимогами до таких роботизованих систем є мобільність та повна автономність з точки зору енергоефективності. Крім того, у комплексних робототехнічних системах, які включають велику кількість співпрацюючих мініатюрних або мікромасштабних роботів, кожен окремих робот може бути набагато меншими, легшими та дешевшими.

Потенціальними областями застосування високомобільних роботів є проведення неруйнівного контролю та діагностики на наступних об'єктах: морські платформи, трубопроводи в нафтовій і газовій промисловості, атомні електростанції, залізничні лінії, корпуси суден та резервуари для зберігання хімічних речовин.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Одним із відомих на сьогоднішніх день рішень є контролю об'єктів атомної промисловості із використанням високомобільних роботів. Реакторні канали під тиском перевіряються в середньому кожні 1-5 років. Перевірка не повинна перешкоджати виконанню інших завдань з технічного обслуговування. НК виконується за допомогою ультразвукового та вихрострумового методів. Авторами роботи [2] показаний робот-альпініст, який призначений для

перевірки зварних швів зсередини водяного каналу ядерного реактора (ЯР) під тиском. Він забезпечує доступ до форсунок, щоб інший робот, який повзає по трубі, міг увійти в трубу сопла для огляду периферичного шва.

Такий високомобільний робот здатен витримувати великі дози іонізуючого випромінювання. Два двигуни постійного струму реалізують привод, 3 трикутні присоски забезпечують зчеплення зі стінкою ЯР за допомогою вакуумних генераторів. Система використовує ультразвукову фазовану ґратку та систему з можливістю тривимірного фокусування для пошуку тріщин та інших дефектів.

Розроблений авторами роботи [3] настінний колісний робот під назвою VORTEX (рис. 1) здатний підніматися на більшість типів поверхонь, створюючи від'ємний тиск та обертаючи робоче колесо зі швидкістю 20 000 об / хв і вище. Його розміри відповідають розміру сторінки А4, а маса - 1 кг із додатковим корисним навантаженням у 200 г разом із системою камер. Робот підходить для візуального огляду зовнішніх поверхонь. Він надійно піднімається на цегляні, бетонні та скляні поверхні. Модифікація даного високомобільного робота потенційно дозволить оснастити його додатковими датчиками, що розширить можливості його застосування в неруйнівному контролі.

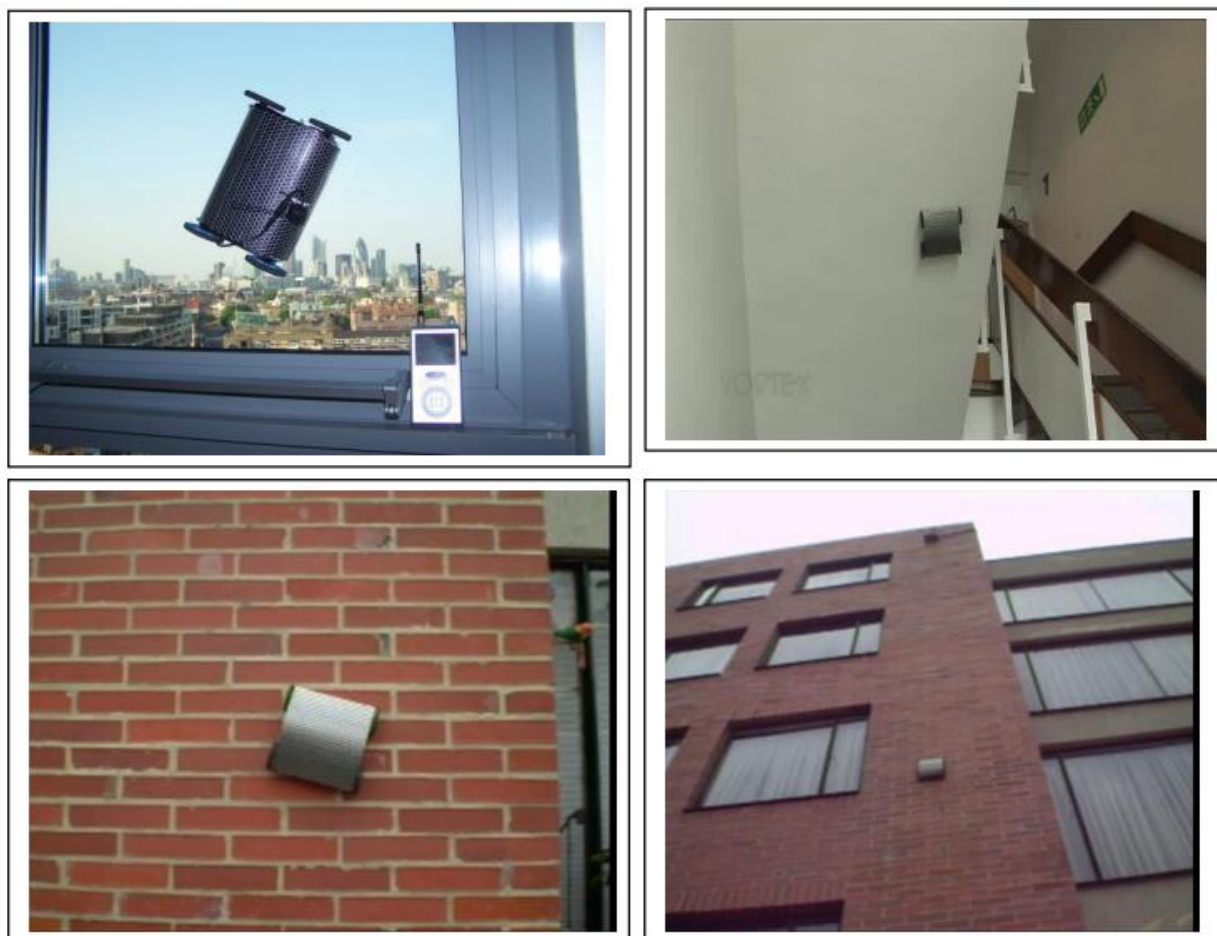


Рис. 1. Робот VORTEX демонструє вміння пересуватися на скляних, бетонних та цегляних поверхнях

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що використання мобільних роботів дійсно дуже ефективне та захищає людей від шкідливих робочих умов. Зараз актуальним є питання вибору параметрів, які потрібно оптимізувати для збільшення корисного навантаження подібних високомобільних роботів, оскільки існує обмеження на можливість пересування поверхнями різних типів та підняття на різні висоти.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Високомобільні роботи призначені для забезпечення доступу до місць огляду габаритних конструкцій та / або об'єктів, розташованих у небезпечних середовищах чи у важкодоступних місцях. Такі роботи застосовують датчики для реалізації відповідних методів НК для виявлення таких дефектів, як тріщини, розшарування та ступінь корозії на сталевих конструкціях. Робототехнічний доступ як прискорює контроль, так і зменшує витрати, усуваючи дороге встановлення захисних конструкцій або підготовку майданчика, щоб оператори отримали змогу вручну здійснити діагностику. Останні розробки в галузі бездротового управління, мобільного зв'язку, вдосконалених технологій акумуляторів та просторового позиціонування тепер надають можливості для створення невеликих мобільних роботів. Їх можна дешево та швидко розгорнути для здійснення контролю на різних ділянках та віддалених об'єктах, отримати вимірювальні дані та проаналізувати їх в реальному часі автоматизовано або оператором, який знаходиться на безпечній відстані. Зокрема, для автоматизації аналізу отриманих роботом даних можуть бути використані нейронні мережі [4].

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку роботів, які могли б заходити всередину заповнених резервуарів для зберігання нафтохімічних або інших небезпечних речовин, щоб оглянути дно та стінки на наявність пор і корозії. Високомобільні роботи можуть піднятися на корпуси кораблів та оглянути сотні метрів зварних швів та інших типів з'єднань. Перспективним є використання даних роботів для перевірки зварних швів всередині резервуарів в атомній промисловості, а також для контролю будівельних конструкцій, таких як дамби та мости на наявність дефектів. Мініатюрні роботи можуть бути використані також для діагностики наземних силових кабелів, для внутрішнього огляду підземних трубопроводів, для підйому на корпуси вітрових турбін щоб оглянути лопаті. Крім того, вони можуть піднятися на крила і фюзеляж літаків, щоб виявити наявність дефектів.

Важливим завданням є розробка механізмів руху робота. Довгий час колесо з активним приводом вважалося найбільш підходящим механізмом руху у порівнянні з повзанням, ковзанням, гусеницями, бігом та ходьбою [5]. Це найбільш енергоефективний спосіб пересування, враховуючи обмеження на енергоефективність автономних роботів. Компактна конструкція завдяки механічній простоті надає найбільший потенціал для мініатюризації. Водночас, оскільки колісна конструкція підходить для проведення контролю переважно на твердих та рівних поверхнях, необхідно розробити системи забезпечення стабільного балансу та рівноваги робота.

ВИСНОВКИ

Ефективне технічне обслуговування має вирішальне значення для всіх видів промисловості. Неруйнівний контроль та технічна діагностика здійснює важливий вплив на експлуатаційні витрати протягом усього життєвого циклу промислового продукту. Використання висококомобільних роботів є безальтернативним для неруйнівного контролю в тих місцях, де люди не можуть проводити перевірку з міркувань безпеки. Незважаючи на те, що початкова вартість впровадження роботизованого комплексу вища, ніж ручний контроль, це забезпечить вищу продуктивність, якість та безпеку. Точність результатів контролю набагато вища порівняно з ручним контролем. В умовах Індустрії 4.0 компанії все частіше користуються перевагами автоматизованих і роботизованих досліджень для розвитку виробництва у висококонкурентних галузях.

Висококомобільний робот здатен не тільки рухатися по поверхням габаритних об'єктів, але і діставатися важкодоступних місць. Важливим напрямом для подальших досліджень є розробка оптимальних способів кріплення роботів та їх пересування заданим маршрутом. Дані рішення повинні включати не лише механічні та конструкторські розробки, а і системи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Robotic Non-Destructive Inspection / C.Mineo, D. Herbert, M. Morozov, S. G. Pierce. // Department of Electronic and Electrical Engineering, University of Strathclyde. – 2012.
- [2] Small Inspection Vehicles for Non-Destructive Testing Applications / M.Friedrich, L. Gatzoulis, G. Hayward, G. Galbraith. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2006. – pp. 927–934.
- [3] Sattar T. P. ROBOTIC NON DESTRUCTIVE TESTING / T. P. Sattar, H. E. Leon Rodriguez, H. Salman. // International Conference of CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future. – 2011. – №26. – pp. 21.
- [4] Momot A. S. The Use of Backpropagation Artificial Neural Networks in Thermal Tomography / A. S. Momot, R.M. Galagan. // proc. 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC) Kiev, 8-12 October 2018 / IEEE. – 2018. – pp. 1–6.
- [5] Emmanouilidis C. A mobile robot for automated non-destructive testing of steel plates [Електронний ресурс] / C. Emmanouilidis, V. Spais, K. Hrisagis // Zenon SA, Automation Technologies. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/228694753_A_mobile_robot_for_automated_non-destructive_testing_of_steel_plates.

Наук. керівник – доктор філософії, ас. Момот А.С.